



# UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

## TRABAJO FIN DE ESTUDIOS

Título

Matemáticas que salvan vidas: una propuesta de innovación educativa basada en hechos reales

Autor/es

ELENA MATUTE SANTAMARÍA

Director/es

LUCÍA ROTGER GARCÍA

Facultad

Escuela de Máster y Doctorado de la Universidad de La Rioja

Titulación

Máster Universitario de Profesorado, especialidad Matemáticas

Departamento

MATEMÁTICAS Y COMPUTACIÓN

Curso académico

2019-20



***Matemáticas que salvan vidas: una propuesta de innovación educativa basada en hechos reales***, de ELENA MATUTE SANTAMARÍA

(publicada por la Universidad de La Rioja) se difunde bajo una Licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 3.0 Unported.

Permisos que vayan más allá de lo cubierto por esta licencia pueden solicitarse a los titulares del copyright.

© El autor, 2020

© Universidad de La Rioja, 2020

[publicaciones.unirioja.es](http://publicaciones.unirioja.es)

E-mail: [publicaciones@unirioja.es](mailto:publicaciones@unirioja.es)

**Trabajo de Fin de Máster**

# **Matemáticas que salvan vidas: una propuesta de innovación educativa basada en hechos reales**

**Autora:**

*Elena Matute Santamaría*

**Tutora:** Lucía Rotger García

**MÁSTER:**

**Máster en Profesorado, Matemáticas (M06A)**

**Escuela de Máster y Doctorado**



**AÑO ACADÉMICO: 2019/2020**



*A mi hijo Iñigo,  
y a la pequeña que crece en mí.*



## RESUMEN

Los alumnos son conscientes de que las matemáticas están presentes en muchos ámbitos de su vida diaria. Sin embargo, hay ocasiones en las que no encuentran suficiente motivación en ellas y sienten bloqueo, ansiedad o desapego, lo cual repercute en su rendimiento.

Este TFM presenta una propuesta de innovación didáctica para alumnos de 3º E.S.O. organizada para investigar y resolver problemas de contenido matemático relacionados con contextos reales. Dichos contextos son situaciones dramáticas y representan el punto de partida para despertar interés en nuestros alumnos. Se trata de una forma más atractiva y emocional de enseñar las matemáticas. Además, a lo largo de la propuesta se presentan los proyectos y estudios matemáticos que existen en relación a los diversos contextos, para darles el valor que se merecen y mostrar a los alumnos la imagen más solidaria de las matemáticas.

**Palabras clave:** motivación, contextualizar, drama, ayuda.

## ABSTRACT

Students are aware that mathematics is present in many areas of their daily lives. However, there are times, when they do not find enough motivation in them, and feel blockage, anxiety or detachment, which affects their performance.

This TFM presents a proposal for didactic innovation, for 3<sup>rd</sup> C.S.E. (Compulsory Secondary Education) students, organized to investigate and solve mathematical content problems related to real contexts. These contexts are dramatic situations and represent the starting point to awaken interest in our students. It is a more engaging and emotional way of teaching math. In addition, throughout the proposal, the mathematical projects and studies that exist in relation to the various contexts are presented, to give them the value they deserve and show the students the most supportive face of mathematics.

**Keywords:** motivation, contextualize, drama, help.





## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN JUSTIFICATIVA	<b>pág. 1</b>
2. OBJETIVOS	<b>pág. 3</b>
3. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DE LA CUESTIÓN	<b>pág. 5</b>
3.1. La adolescencia	pág. 5
3.2. Dominio afectivo en educación matemática	pág. 6
3.3. Aprendizaje basado en problemas	pág. 7
3.4. Aprendizaje cooperativo	pág. 9
3.5. Aprendizaje servicio	pág. 10
3.6. Antecedentes y aportaciones recientes	pág. 12
4. PROPUESTA DE INNOVACIÓN EDUCATIVA	<b>pág. 15</b>
4.1 Tipo de modelo procesual	pág. 16
4.2. Metodología	pág. 16
4.3. Estructura de la propuesta	pág. 18
4.4. Competencias	pág. 23
4.5. Atención a la diversidad	pág. 24
4.6. Evaluación	pág. 25
4.6.1. Evaluación del alumno	pág. 25
4.6.2. Evaluación del proyecto	pág. 28
5. DISCUSIÓN	<b>pág. 31</b>
6. CONCLUSIÓN	<b>pág. 35</b>
7. REFERENCIAS	<b>pág. 37</b>
8. ANEXOS	<b>pág. 41</b>
8.1. Anexo I: Tsunami de Indonesia (2004)	pág. 41
8.2. Anexo II: Derrumbe y rescate de mineros en Chile (2010)	pág. 52
8.3. Anexo III: Incendio forestal en Portugal (2017)	pág. 62



## 1. INTRODUCCIÓN JUSTIFICATIVA

El presente Trabajo Fin de Máster titulado *Matemáticas que salvan vidas: una propuesta educativa basada en hechos reales*, y tutorizado por Lucía Rotger García, representa el punto final de mi enriquecedora etapa en la Universidad de La Rioja como alumna del Máster de Profesorado en E.S.O. y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas, y el punto de partida de una posible etapa como docente.

A pesar de que la experiencia fue breve, durante las prácticas del Máster pude constatar que, aunque las titulaciones de Matemáticas están en auge en las universidades, y que los/as matemáticos/as son cada vez más valorados, hay estudiantes en escuelas e institutos que manifiestan rechazo y desapego hacia esta asignatura. Los alumnos son conscientes de que las matemáticas están presentes en muchos ámbitos de la vida, pero en numerosas ocasiones prevalece su “mala fama”, y no es extraño que los estudiantes, demasiado centrados en los resultados de los exámenes, sientan ansiedad, temor y cierto bloqueo en clase de matemáticas, lo cual repercute directamente en su aprendizaje y rendimiento.

Reflexionando acerca de cuál puede ser la causa de esta situación, considero que es la combinación de diversos factores que se relacionan entre sí:

- La dificultad propia de la disciplina, a lo que hay que añadir que se trata de una materia acumulativa, exige, para su aprendizaje, bastante esfuerzo y disposición por parte del alumno, que puede estar más interesado en logros más atractivos.
- Los adolescentes son por naturaleza impulsivos, frente al razonamiento crítico y reflexivo necesario para un aprendizaje óptimo, y que se logra fruto del trabajo y la práctica.
- Las matemáticas que se enseñan son, en muchos casos, sistemáticas, poco motivadoras, no están conectadas con el mundo real y se centran demasiado en los cálculos. Lo que provoca el rechazo de algunos alumnos.

Entonces, ¿cómo solventar esta situación?, ¿cómo se puede ayudar a los alumnos? En mi opinión, es fundamental despertar el interés de los alumnos

y mantenerlos suficientemente motivados, así como cambiar la imagen que tienen de la asignatura para que la sientan como amiga y aliada. No es suficiente con mostrarles que las matemáticas están presentes en su vida cotidiana y necesitan algo más impactante.

El texto de Claudi Alsina, “La matemática se enseña con el corazón”, que relaciona matemáticas con sorpresa, alegría, confianza, satisfacción y amor, me ha servido como inspiración para presentar situaciones reales de cierto dramatismo que despierten el interés de los alumnos desde sus emociones. Este tipo de escenarios y las noticias sobre ellos captan poderosamente la atención de la sociedad y de los alumnos. Son innumerables la cantidad de estudios y proyectos matemáticos, desconocidos para la mayoría, que existen sobre dichos fenómenos; por tanto, es innegable la presencia de las matemáticas en ellos. Relacionar estos escenarios con contenido matemático, me permite plantear al alumno tareas contextualizadas con el fin de conectarlo con el mundo real y mantenerle motivado. Como ya he comentado, dichas situaciones son el origen de proyectos matemáticos realmente útiles que el estudiante ha de conocer para valorar las matemáticas en general, y la labor de personas dedicadas a la investigación, en particular.

Es importante que el alumno se sienta útil, que su esfuerzo ha merecido la pena y que, al igual que las matemáticas ayudan, él también puede hacerlo, por lo que, finalmente su misión será extender a la sociedad la “emotividad positiva” que a muchos nos despiertan las matemáticas.

## 2. OBJETIVOS

A continuación se detallan, tanto los objetivos que se persiguen, llevando a la práctica en el aula, el proyecto de innovación propuesto, así como la aportación al conocimiento que se incorpora a través del mismo.

El objetivo general y principal de la propuesta es eliminar las emociones negativas que despierta en los alumnos la asignatura de matemáticas, como el miedo y la ansiedad, e instaurar otras positivas, como el interés y la admiración mediante dos vías:

- La contextualización de problemas en escenarios reales como un tsunami, un incendio forestal y el derrumbe de una mina.
- La valorización de las actuaciones matemáticas en los escenarios anteriores.

Los objetivos específicos de la propuesta se pueden clasificar en función de si se engloban o no, dentro de la disciplina matemática:

- **Objetivos matemáticos:**

- 1) Afianzar e interiorizar, desde una visión más práctica y real, conceptos matemáticos aprendidos previamente a lo largo del curso o en cursos anteriores y establecer relaciones con contenidos nuevos a partir de hechos reales.
- 2) Mejorar el cálculo matemático, mediante la práctica y la comprobación de resultados.
- 3) Desarrollar la comprensión lectora y la adecuada interpretación de textos como artículos y noticias reales con contenido y datos matemáticos.
- 4) Desarrollar la capacidad de advertir investigaciones, estudios y proyectos de índole matemática que hay detrás de ciertos fenómenos naturales, acontecimientos y/o circunstancias que ya han sucedido o que pueden suceder en el futuro; comprendiendo así la importancia del estudio de las matemáticas para dar solución a catástrofes mundiales o paliar sus efectos.
- 5) Fomentar y despertar el interés por la resolución de problemas adecuadamente contextualizados y desarrollar la capacidad de interpretar los resultados obtenidos.

- 6) Manipular adecuadamente software de carácter matemático como complemento a la comprensión de contenidos e interpretación de los resultados obtenidos.
  - 7) Interpretar y emplear adecuadamente el lenguaje algebraico, además de incorporar nueva simbología y notación matemática.
  - 8) Fomentar la innovación y promover la disposición de los alumnos por la creación de nuevos enunciados de problemas y cuestiones matemáticas relacionadas con los sucesos descritos y/o con otros diferentes sobre los que ellos mismos investiguen, con el fin de plantearlos a compañeros de cursos inferiores.
- **Otros objetivos:**
- 9) Sensibilizar a los alumnos sobre dramáticos sucesos reales empleando datos, noticias e imágenes.
  - 10) Despertar en los alumnos el interés por la investigación para generar una visión más objetiva y realista de lo que sucede a su alrededor y fomentar así el pensamiento crítico en cualquier área.
  - 11) Manejar herramientas de búsqueda y filtrado de información, así como de edición de la misma y tratamiento de imágenes, potenciando la detección de fuentes fiables e inculcando el valor que ha de darse a las mismas mediante la correcta citación.
  - 12) Concienciar a los alumnos sobre el cambio climático y la sostenibilidad, así como promover su compromiso con el cuidado de su entorno y de los recursos naturales.
  - 13) Inculcar valores como la empatía y la solidaridad y minimizar actitudes egoístas y superficiales presentes en la sociedad y particularmente durante la adolescencia.
  - 14) Impulsar el trabajo cooperativo, que favorezca no sólo el trabajo en equipo, sino que permita a los alumnos auto gestionar su evolución y aprendizaje.
  - 15) Fomentar la comunicación lingüística, la esquematización de ideas y el sentido estilístico mediante el visionado y la elaboración de exposiciones o presentaciones.

### **3. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DE LA CUESTIÓN**

En el presente capítulo, por un lado, se desarrollan los fundamentos teóricos más relevantes que enmarcan el proyecto de innovación propuesto y, por otro, se presentan otros proyectos e ideas que han servido de inspiración para esta propuesta.

#### **3.1. La adolescencia**

Teniendo en cuenta que los alumnos a los que va dirigida la propuesta innovadora descrita en el presente TFM se encuentran en plena adolescencia, a continuación se recogen algunos de los conceptos vistos en la asignatura “Aprendizaje y desarrollo de la personalidad”, perteneciente al Máster de Profesorado, que, evidentemente, condicionan el proceso de enseñanza aprendizaje y que se han tenido en cuenta en el desarrollo de la propuesta.

Autores como Pineda y Aliño (2002), definen la adolescencia como una etapa entre la niñez y la edad adulta, que cronológicamente se inicia por los cambios puberales, y que se sitúa entre los 10 y 19 años pasando por varias fases, según la OMS. Se caracteriza por una serie de cambios a distintos niveles:

- Biológico: crecimiento y maduración corporal, desarrollo de los órganos sexuales, crecimiento del vello corporal,...
- Psicológico: búsqueda de su identidad, necesidad de independencia, contradicciones y fluctuaciones en el estado de ánimo, pensamiento simbólico, formulación de hipótesis, conclusiones propias,...
- Social: relaciones conflictivas con los padres (dependencia vs. separación), actitud social reivindicativa, tendencia grupal, necesidad de formulación de un proyecto de vida,...

Es decir, la adolescencia no es solamente un período de adaptación a los cambios corporales, sino una fase de grandes determinaciones hacia una mayor independencia psicológica y social, por lo que dotar a los alumnos de herramientas que favorezcan su independencia intelectual, como se pretende con esta propuesta, mediante la resolución de problemas y la planificación de trabajos de investigación, puede resultar realmente beneficioso.

El siglo XXI se caracteriza, entre otros, por la globalización cultural y la rapidez vertiginosa con la que se todo cambia, y contrariamente a lo que podría pensarse, tal y como señala Oliva (2003), ésta es una época especialmente difícil

para los adolescentes, ya que la sociedad actual es más compleja que otra cultura tradicional en la que se mantienen los mismos valores y estilos de vida a lo largo de generaciones. Como consecuencia, los adolescentes pueden presentar mayor dificultad en relación con la adquisición de la identidad personal, una mayor incertidumbre o rechazo al compromiso. A pesar de su complejidad, resulta más conveniente tratar la adolescencia como un recurso a desarrollar y no como un problema. Para favorecer dicho recurso es importante proponer programas que prevengan comportamientos de riesgo y experiencias enriquecedoras a nivel personal. En el presente TFM se proponen actividades que promueven actitudes como: la iniciativa y la participación social mediante la investigación y la exposición grupal de trabajos propios; el civismo, tratando cuestiones como el cuidado del entorno, y el sentido crítico mediante el análisis de noticias y datos reales.

Además, como destaca Morduchowicz (2013), si hay algo que caracteriza a los adolescentes del siglo XXI y les diferencia de los de otras épocas es su relación con las tecnologías. Actualmente viven en un mundo visual, usan cada vez más pantallas y menos medios gráficos. Aprovechando esta circunstancia se considera positivo recurrir a imágenes reales en medios digitales que despierten su interés y fomenten su participación, tal y como se plantea en este proyecto. En la misma línea, el autor citado advierte sobre cómo el uso de las redes sociales influye en la forma que tienen los adolescentes de valorar su vida y la de sus iguales, en función del agrado que causan en los demás. Esta propuesta de innovación pretende también ayudar a los alumnos a tener una perspectiva más objetiva de lo realmente importante de sus vidas, lejos de aspectos más superficiales como la apariencia física y las pertenencias materiales.

### **3.2. Dominio afectivo en educación matemática**

El afecto o dominio afectivo en matemáticas es un concepto complejo formado por componentes específicos (Gómez-Chacón, 2000; Gil, Blanco y Guerrero, 2005), como:

- Creencias sobre las matemáticas en sí y sobre uno mismo en relación con las matemáticas.
- Actitudes positivas y/o negativas hacia las matemáticas y su aprendizaje.



- Emociones o reacciones emocionales ante los continuos estímulos asociados con las matemáticas.

A pesar de que el aprendizaje suele medirse fundamentalmente por los avances académicos, sin importar el componente afectivo, autores como Muñoz-Cantero y Mato (2008), señalan que son numerosos los expertos que consideran que los afectos juegan un papel realmente importante:

- para mejorar o el bloquear el aprendizaje (Ausubel, 1968),
- en el desarrollo de conceptos numéricos (Cobb, 1985)
- en un adecuado progreso de la solución de los problemas (Lester, 1983)

Es decir, el componente afectivo ante los retos del aprendizaje, presente en la Educación Primaria y tan olvidado a partir de la Educación Secundaria, es el punto de partida de actitudes posteriores hacia las matemáticas (McLeod, 1992), y desempeña un importante papel en el proceso de enseñanza aprendizaje de las matemáticas.

El rechazo hacia las matemáticas y la ansiedad que les provoca su estudio es algo que se siente en las aulas y que no puede explicarse únicamente desde lo cognitivo, sino que es la consecuencia de la convergencia de variables cognitivas y emocionales, (Hidalgo, Maroto y Palacios, 2004 y Gómez-Chacón, 2010).

Por tanto, es necesario trabajar desde lo emocional y promover un cambio en la imagen que se proyecta de las matemáticas, planteando nuevos programas y actividades que generen una mejora en las creencias, actitudes y emociones de los alumnos/as de E.S.O. hacia el aprendizaje de las matemáticas. La opción que se plantea en este TFM es mostrar las matemáticas de la ayuda, la solidaridad y la salvación para ayudar a romper el círculo vicioso existente del que hablan autores como Hidalgo et al. (2004): dificultad, aburrimiento, suspenso, fatalismo, bajo auto concepto, desmotivación, rechazo, dificultad.

### **3.3. Aprendizaje Basado en Problemas**

El origen del Aprendizaje Basado en Problemas (en adelante ABP) se sitúa en las facultades de medicina de la Universidad de Case Western Reserve en EE.UU. y en la Universidad de McMaster en Canadá en los años 60 (Orts et al. 2012). Se observó la necesidad de plantear una nueva manera de enseñar en medicina, con un currículum más integrado y organizado en problemas de la vida real, con el objetivo de que los estudiantes consiguieran una mejor preparación

para la práctica profesional. Y en España esta metodología también se implantó en varias facultades: la Escuela Universitaria de Enfermería del Vall d'Hebron, de Barcelona, y la Escuela Universitaria de Enfermería de la Universidad de Girona.

Barrows (1986) define el ABP como “un método de aprendizaje basado en el principio de usar problemas como punto de partida para la adquisición e integración de nuevos conocimientos”.

Las características principales señaladas en el modelo original (Barrows, 1986; Morales y Landa, 2004) son:

- El proceso de aprendizaje, con una orientación constructivista, se basa precisamente en la construcción de nuevo conocimiento sobre el conocimiento previo.
- Los problemas, en diversos formatos, son el centro organizador, constituyen el estímulo para el aprendizaje y el reto que los estudiantes han de ir superando. Además, los problemas fomentan el desarrollo de habilidades para la resolución de problemas de la vida real.
- El profesor actúa como guía o tutor, facilitando la comprensión del estudiante y manejando el proceso de ABP
- Los estudiantes, que habitualmente están agrupados, trabajan como investigadores activos que asumen la responsabilidad de un aprendizaje auto dirigido, guiado por el tutor.
- El proceso de aprendizaje con ABP es cíclico, es decir, se termina retornando al punto de partida, frente al proceso lineal de la enseñanza tradicional.

El motivo por el que se ha elegido esta metodología, no es únicamente por considerar que es la mejor se adapta al planteamiento teórico de la propuesta, ya que el origen son situaciones del mundo real, sino también por los efectos y beneficios que perseguimos en nuestros alumnos, entre los que destacamos algunos de los que señalan autores como Stepien (1993), Coll (1998), y Torp y Sage (1999), entre otros:

- Facilitar la comprensión de nuevos conocimientos y el aprendizaje significativo para el mundo real.

- Fomentar el uso de estrategias para la resolución de problemas y para el manejo de mucha información y promover el pensamiento de orden superior.
- Aumentar la motivación y alentar el aprendizaje de cómo aprender.
- Valorar la comprensión frente a la simple repetición o memorización.

### **3.4. Aprendizaje cooperativo**

Como recogen García, Traver y Candela (2001), fue en el campo de la Psicología Social donde surgieron los principios del Aprendizaje Cooperativo (en adelante AC), con el análisis acerca de si varias personas resolvían mejor los problemas trabajando individual o cooperativamente y que concluyó con que era mejor la segunda opción.

Para autores como Gil, Baños, Alías y Gil (2007) el AC consiste en una forma de trabajo grupal que se basa en construir colectivamente el conocimiento y donde cada miembro del grupo es responsable no sólo de su propio aprendizaje sino del de sus compañeros. Los principios fundamentales sobre los que se construye esta metodología de aprendizaje son (Johnson, Johnson y Holubec, 1999):

1. Interdependencia positiva: el esfuerzo de cada miembro del grupo le beneficia a él y a todos los demás compañeros, por tanto su éxito/fracaso es el éxito/fracaso de su grupo.
2. Responsabilidad individual y grupal: cada integrante del grupo debe cumplir con su parte de trabajo de forma que ninguno pueda aprovecharse del trabajo de otros compañeros. Además, el grupo ha de ser responsable para alcanzar los objetivos establecidos.
3. Interacción estimuladora, cara a cara preferentemente: los miembros del grupo deben interactuar compartiendo recursos, prestándose la ayuda necesaria, animándose unos a otros y felicitándose, de manera que cada alumno promueva el aprendizaje de sus compañeros.
4. Habilidades interpersonales y grupales: los miembros del grupo deben saber comunicarse, tomar decisiones, crear un buen clima de trabajo y resolver conflictos.
5. Evaluación grupal: los miembros del grupo han de analizar su forma de trabajo para modificar conductas que no consideren adecuadas y conseguir mayor eficacia grupal.

En esta propuesta los alumnos trabajarán de forma cooperativa en la resolución de problemas y en la elaboración de un trabajo de investigación con el fin de que, además de adquirir conocimientos académicos desarrollen valores como la empatía, la solidaridad, el respeto y la preocupación por el bien común, que son algunos de los beneficios que destacan diversos autores, (Johnson et al, 1999). Además, el AC puede ser una buena herramienta para mejorar el ambiente en el aula, en ocasiones llena de la tensión que provoca en los alumnos el estudio de asignaturas como matemáticas.

El papel del docente en este tipo de aprendizaje así como en otros que se van a llevar a cabo con esta propuesta (Aprendizaje Basado en Problemas y Aprendizaje-Servicio) es el de un guía que facilita y organiza el trabajo en equipo. Aunque todavía en algunos centros educativos, y en la sociedad en general, sigue instaurada una estructura cuyas bases son la competitividad y el individualismo, el trabajo colaborativo consigue:

- Mayor rendimiento y productividad de los alumnos independientemente de su nivel.
- Mejor relación entre los alumnos con mayor sentimiento de cohesión.
- Mejor salud mental para enfrentar la adversidad y las tensiones.

Por tanto con la puesta en práctica de esta metodología de trabajo se pretende dar a los alumnos herramientas cognitivas y emocionales para su vida dentro y fuera del aula.

### **3.5. Aprendizaje-Servicio**

El origen del Aprendizaje-Servicio (en adelante APS) puede situarse a principios del siglo XX con el surgimiento de una corriente educativa liderada por John Dewey, que priorizaba el “aprendizaje a través de la experiencia”, (Dewey, 1923), y William James, que se convirtió en uno de los pioneros del movimiento de objeción de conciencia, (James, 1910). Sin embargo el concepto APS se formalizó a finales de los años 60, cuando algunas universidades, como la de Harvard y Radcliffe establecieron el programa “Education for Action”, y posteriormente se difundió internacionalmente, (Tapia, 2001).

Aunque son múltiples las definiciones que se encuentran en la literatura especializada sobre esta metodología, se ha elegido la que proponen autores como Puig, Batlle, Bosch y Palos (2007), para los que el APS es una propuesta

compleja que vincula estrechamente el servicio a la comunidad y la transmisión de conocimientos, habilidades y valores en un solo proyecto bien articulado y coherente, añadiendo valor y transformando a ambos. Ese es precisamente el fin que persigue esta propuesta con la aplicación de esta metodología en el aula: conseguir que los alumnos se involucren no sólo en su propio aprendizaje sino en el de su comunidad educativa.

Entre las características de esta propuesta educativa (Puig et al., 2007) se subrayan las que mejor se ajustan a la presente propuesta de innovación:

- Es posible llevar a cabo el método en ámbitos educativos formales, como en este caso, y no formales, en cualquier etapa educativa siempre con la adaptación adecuada del proyecto.
- Concibe el servicio como una respuesta a necesidades reales de la sociedad, conformada por los alumnos del centro educativo en este proyecto, para aplicar conocimientos adquiridos.
- El servicio se ejecuta con responsabilidad y supone un esfuerzo por todas las partes de organización y cooperación y exige un trabajo coordinado.
- Los principios que se intenta aplicar son los de experiencia, participación activa, reflexión, interdisciplinariedad, cooperación y evaluación múltiple.
- Requiere que el educador sea mucho más que un enseñante.
- Incide en el aprendizaje de contenidos intelectuales, afectivos y de comportamiento.

Los beneficios que se pretenden lograr con la aplicación de esta metodología como parte del proyecto son algunos de los que señalan autores como Tapia (2001), Puig et al. (2007) y Batlle (2011):

- Aumentar el voluntariado y crear lazos de unidad, promoviendo la comunicación entre los diferentes cursos.
- Mejorar la participación, el compromiso y el apoyo mutuo.
- Aumentar el nivel cultural de todos los participantes.
- Mejorar la autoimagen y autoestima de los alumnos y aumentar la confianza entre ellos.
- Mejorar la imagen de todos los actores educativos implicados en el proyecto.

### **3.6. Antecedentes y aportaciones recientes**

Respecto a la visión solidaria de las matemáticas, que también se quiere mostrar a través de nuestra propuesta, se ha encontrado un proyecto que, cada año, la ONG Cooperación Internacional pone en marcha en colegios e institutos de España. Tal y como describen en su página web, <http://ciong.quoco.com/App/index.php>, el proyecto se denomina “Matemáticas Solidarias”, se ha llevado a cabo durante 4 años y se han unido a él más de 40 centros educativos, involucrando a 9700 alumnos en el último curso escolar.

Con la participación en este proyecto los centros educativos convierten la asignatura de matemáticas en una asignatura solidaria, transformando las calificaciones de los alumnos en ayuda hacia los más necesitados. Al final de cada evaluación, los alumnos aportan un simbólico donativo según las calificaciones que obtengan en la asignatura que se destina a proyectos sociales.

Las empresas patrocinadoras del proyecto se comprometen a duplicar la cantidad recaudada y así contribuir a la financiación de la campaña de voluntariado Operación Rehabilitación de Viviendas, en beneficio de centros educativos y familias con escasos recursos de nuestro país. En total se han recaudado más de 85.000 euros para proyectos sociales.

El objetivo es concienciar a los jóvenes sobre la importancia de las matemáticas e inculcar una cultura solidaria, incentivando el compromiso con los demás desde pequeños a través del estudio.

Referente a la propuesta que se plantea en el presente TFM, existe un proyecto dentro de las “Matemáticas Divertidas”, disponible en <https://matematicasdivertidas.es>. La página incluye retos, juegos y acertijos de diferentes temáticas. También se plantean una serie de problemas cuyo punto de partida es un grupo de rescate ficticio que llevan a cabo misiones que se resuelven dando solución a los problemas planteados.

El objetivo es mostrar una visión más lúdica de las matemáticas relacionándolas con la vida real, fomentando su estudio y la resolución de problemas.

En el entorno educativo y pedagógico, en la Comunidad Valenciana se está estudiando trabajar por ámbitos en 1º E.S.O. En concreto, en el ámbito científico-tecnológico se pretende aunar asignaturas como Biología, Geología, Matemáticas y Tecnología, (programación disponible aquí:

<https://portal.edu.gva.es/cefireambitctm/es/materiales-ambitos-1r-eso/>) de forma que las Unidades Didácticas propuestas por el CEFIRE (Centro de Formación, Innovación y Recursos Educativos), tratan los contenidos desde contextos como terremotos, inundaciones, atascos, robots, y otros para abordar desde diferentes perspectivas cuestiones como el cambio demográfico, la salud, la emergencia climática, la sostenibilidad, la energía limpia y la inteligencia artificial.





## 4. PROPUESTA DE INNOVACIÓN DIDÁCTICA

*“¿Qué sería de la vida, si no tuviéramos el valor de intentar algo nuevo?”* Vincent Van Gogh.

La propuesta de innovación que se expone en este TFM consiste fundamentalmente en:

- ❖ El planteamiento, por parte del docente, de una serie de problemas adecuadamente contextualizados, que surgen fruto de la invención, inspirados en situaciones de catástrofes humanas reales.
- ❖ El estudio, investigación y consiguiente exposición, por parte de los alumnos, de estas u otras situaciones de naturaleza similar.

Los contenidos que se van a trabajar son los que se recogen en el BOR, en su Decreto 19/2015 de 12 de Junio, que establece el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria y regula aspectos sobre la organización, evaluación, promoción y titulación del alumnado de la Comunidad Autónoma de La Rioja.

Se han seleccionado tres situaciones o escenarios reales y con cada una de ellos se trabajarán fundamentalmente los contenidos curriculares correspondientes a un bloque determinado. Dichas situaciones ordenadas cronológicamente son:

1. Tsunami de Indonesia, en 2004 (ver *Anexo I*).

Se parte de fotografías y datos reales para establecer un marco suficientemente motivador. Tomando como punto de partida mapas de la zona, las características de las olas o la oportunidad de sobrevivir se van construyendo problemas que se resuelven con el planteamiento de Ecuaciones y Sistemas. A la vez, se aportan datos relativos a las causas y consecuencias de un tsunami así como a la importancia del respeto por el fondo marino.

2. Derrumbe y rescate de la mina San José de Chile, en 2010 (ver *Anexo II*).

El escenario se presenta narrando la historia de 33 mineros atrapados durante 69 días. Partiendo de detalles del rescate, de vivencias en la mina y características de la misma se plantean problemas relativos al bloque de Funciones. Además se aportan detalles de la historia que fomentan el compañerismo y la capacidad de superación.

3. Incendio forestal de Portugal, en 2017 (ver *Anexo III*).

Fotografías de las llamas y testimonios reales constituyen el origen de este escenario. Los mapas de la zona, algunas curiosidades e historias personales permiten elaborar problemas de Geometría. Los datos de las consecuencias de los incendios abren la puerta a la reflexión sobre el cambio climático y el cuidado del entorno forestal

#### **4.1. Tipo de modelo procesual**

Son tres los modelos de proceso de innovación que teóricos como Havelock (1969) distinguen:

- Modelo de investigación y desarrollo.
- Modelo de interacción social.
- Modelo de resolución de problemas.

La propuesta de innovación de este TFM pertenece al modelo de resolución de problemas, fundamentalmente por los siguientes motivos:

- El centro y punto de partida del proyecto es el alumno, que, como usuario de la innovación presenta una necesidad definida y real, detectada previamente. Dicha necesidad consiste básicamente en sensación de ansiedad e incluso miedo hacia las matemáticas que deriva en falta de interés, bloqueo frente a la resolución de problemas y falta de participación y compromiso, entre otros.
- La finalidad principal de esta propuesta es satisfacer esa necesidad desde un enfoque emocional, participativo y motivacional por parte del docente que actúa como guía y asesor.
- El papel del alumno es fundamental: el éxito del proyecto reside en que, con su colaboración, consiga interiorizar la propuesta en el aula y en su vida cotidiana, incluso, en el futuro.

#### **4.2. Metodología**

En este apartado se detalla cómo se va a poner en funcionamiento la presente propuesta de innovación educativa.

El proyecto se ha planteado para los alumnos de 3º E.S.O. con Matemáticas Orientadas a las Ciencias Académicas, sin embargo gran parte de la misma se podría llevar a las aulas de Matemáticas Orientadas a las Ciencia Aplicadas de 3º E.S.O. también. Se ha elegido este curso porque, por un lado los contenidos

tratados permiten cierta diversidad y complejidad, y por otro lado todavía no existe la presión académica de un curso final de ciclo como 4º E.S.O.

Respecto a la distribución temporal, en cada uno de los bloques temáticos a los que pertenecen los diferentes escenarios, se reservarán varias sesiones presenciales completa o parcialmente a presentar y descubrir las tres situaciones reales de la propuesta, así como a plantear y resolver los problemas contextualizados. También se dedicará tiempo a la investigación y al debate por parte de los alumnos que se complementará con trabajo en casa. Y finalmente, para la exposición y/o exhibición de los trabajos realizados se necesitará tiempo de dedicación personal y sesiones específicas tanto del grupo que expone como del grupo al que va dirigido, lo cual implica la comunicación y consenso entre docentes de diferentes cursos.

Podemos diferenciar, por tanto, 4 tipos de sesiones:

- Sesiones parciales (15-20 min) de presentación al principio o a lo largo del bloque de contenidos, que sirvan para motivar y captar la atención de los alumnos en el aula. En ellas se incluirán imágenes, vídeos, artículos y noticias periodísticas.
- Sesiones completas (50 min) de resolución de problemas al final de la unidad o el bloque correspondiente, para afianzar y completar los contenidos vistos en la unidad sin perder el interés. Los problemas estarán adecuadamente contextualizados y se realizarán:
  - Individualmente: cuestiones más sencillas como pueden ser algunas introductorias.
  - En pareja: problemas que requieran más cálculos y/o más reflexión, para agilizar cálculos y dinamizar la sesión.
  - En grupos de 3 ó 4 personas: problemas más complejos o actividades de investigación, para mayor interacción y dinamismo.
- Sesiones parciales (20-30 min) de investigación y debate para cerrar el bloque de contenidos, que permita a los alumnos reflexionar, intercambiar ideas, expresar dudas, inquietudes e incluso emociones.
- Sesiones parciales o completas (dependiendo de la extensión) de exposición, fruto de su trabajo personal y en grupo como servicio a la comunidad, que también se utilizará para la evaluación.

La metodología de trabajo del docente será combinada: por un lado se mantiene una postura más tradicional centrada en la transmisión y explicación de contenidos durante las sesiones de presentación, con la peculiaridad de que se parte de escenarios reales sobre los que posteriormente se irá trabajando, y por otro lado, una metodología más activa/participativa durante el resto de sesiones, para favorecer e impulsar el autoaprendizaje del alumno dotándole de las herramientas suficientes. El profesor, en ese marco de aprendizaje activo, empleará recursos como material audiovisual para el proyector, proporcionará fotocopias o fichas con las explicaciones oportunas, para asegurar que los alumnos dispongan de toda la información, que ellos mismos podrán ampliar con sus anotaciones y reflexiones (ver Anexos). El docente actuará como guía y asesor en la resolución de problemas y en la investigación realizada por los alumnos para su posterior exposición, lo que les permitirá sentirse más autónomos y capaces de descubrir y aprender por ellos mismos.

Tal y como se ha introducido en el apartado *Marco Teórico* (ver apartado 3) la metodología de trabajo del alumno combina el Aprendizaje Basado en Problemas, el Aprendizaje Cooperativo y el Aprendizaje-Servicio. El uso de problemas contextualizados como punto de partida permite la adquisición e integración de nuevos conocimientos y el hecho de que el contexto sea especialmente emocional persigue una mayor implicación por parte del alumno. El trabajo con los compañeros fomenta la colaboración entre ellos y la adquisición de compromiso dentro y fuera del aula. Además, el servicio a la comunidad promueve la participación y el voluntariado.

#### **4.3. Estructura de la propuesta**

Son cuatro los pilares sobre los que se sustenta la presente propuesta de innovación:

1. Escenarios y dramáticas circunstancias reales que provocan emoción e invitan a la reflexión sobre temas como el cambio climático, el papel del ser humano en el cuidado de la naturaleza, la seguridad y las condiciones laborales, entre otros. Además, permiten el planteamiento de cuestiones relacionadas con la propia existencia.

2. Problemas contextualizados de distinta índole, que abordan diversos contenidos matemáticos y que permiten al alumno repasar, aprender y comprender desde la realidad.
3. La relación entre los fenómenos o accidentes ocurridos y las matemáticas, cuya aplicación trata de dar solución o minimizar los daños provocados por dichos fenómenos y que permiten al alumno entender el valor y la importancia de las matemáticas y de las personas que las estudian.
4. Investigación, trabajo personal y cooperativo para la elaboración de una presentación o exposición dirigida a alumnos de otros cursos fundamentada en los puntos anteriores.

Para dar cuerpo a los pilares definidos se ha planteado una estructura común a todos y cada uno de los escenarios desarrollados (ver Anexos):

Curso y contenidos: en este punto, necesario para el docente, se especifica el curso al que va dirigida la propuesta (3º E.S.O. en este caso) y los contenidos curriculares que se van a trabajar en cada caso. En este TFM con cada escenario se trabajan mayoritariamente los contenidos pertenecientes a un bloque concreto del currículo, sin embargo la propuesta es flexible y permite que cualquiera de los bloques curriculares (Números y Álgebra, Geometría, Funciones, Estadística y Probabilidad) se puedan desarrollar en todos los contextos planteados.

Definición y tipos: se empieza dando una breve descripción del escenario en el que se va a trabajar y la clasificación que permita al alumno conocer aspectos generales de cada uno de ellos, aportando, si fuera necesario fotos u otro tipo de documentación.

Contexto histórico y geográfico: se responde a las cuestiones ¿dónde ocurrió?, ¿qué ocurrió?, ¿por qué ocurrió? y ¿cuáles fueron las consecuencias?, mediante mapas, fotos y videos reales, testimonios y datos concretos. Esto permite captar la atención del alumno y despertar emociones que le mantengan vinculado a la situación descrita, además de enriquecer su bagaje cultural y conocer detalles geográficos, entre otros.

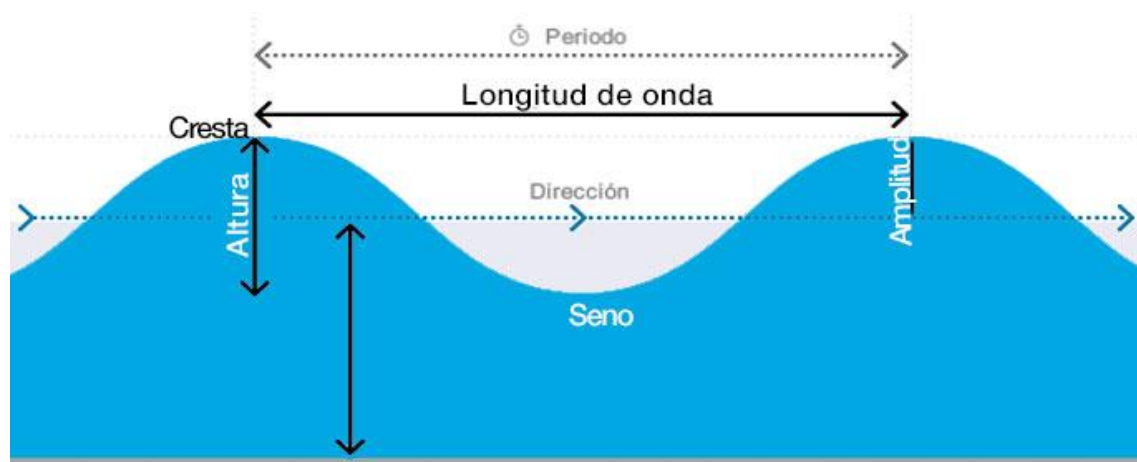
Planteamiento de problemas contextualizados: se van planteando problemas a medida que se amplía información relativa a los hechos ocurridos, para seguir motivando a los alumnos y que no pierdan el hilo de la “historia”. El objetivo es

que los alumnos aprendan contenidos matemáticos resolviendo problemas vinculados a una historia real que ya les ha despertado ciertas emociones. Los problemas tienen distintos niveles de dificultad, y están formados por varios subapartados relacionados entre sí. Aunque todos los problemas planteados se pueden consultar en los Anexos, a continuación mostramos la síntesis de alguno de ellos como ejemplo:

Escenario 1: Tsunami de Indonesia, en 2004 (ver *Anexo I*).

➤ Problema 2: La gran ola.

Ilustración 4.1.- Parámetros de una onda



Fuente: <http://www.masmar.net>

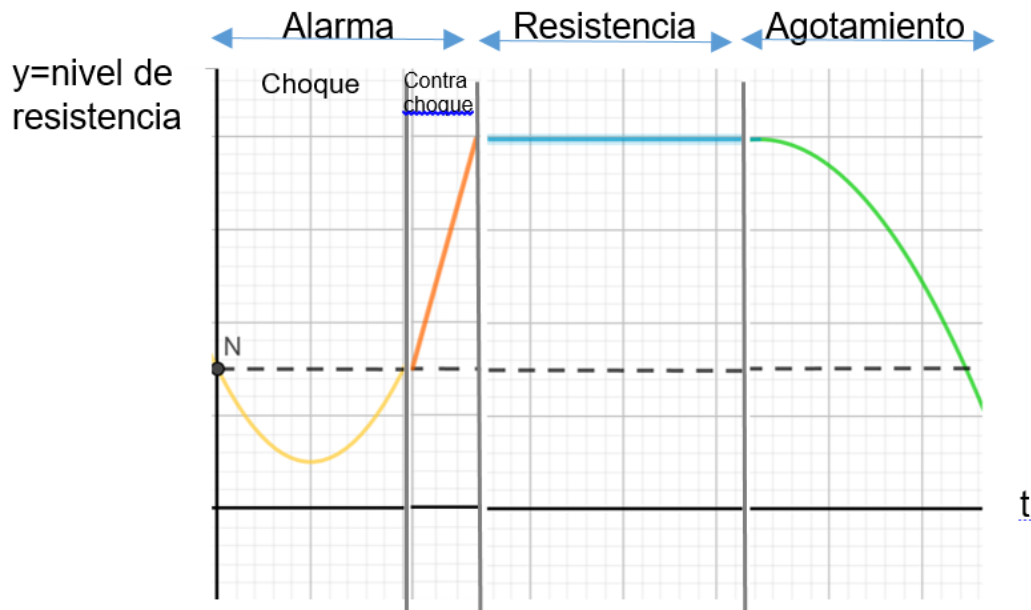
Parte I: Se definen las características principales de una ola (onda) y se plantean cuestiones que se resuelven mediante ecuaciones sencillas.

Parte II: A partir de explicaciones relativas al comportamiento de la ola de un tsunami se plantean otras cuestiones que se resuelven mediante ecuaciones y sistemas

Escenario 2: Derrumbe y rescate de la mina San José de Chile, en 2010 (ver *Anexo I*).

➤ Problema 2: Síndrome General de Adaptación.

Ilustración 4.2.- Fases del Síndrome General de Adaptación



Fuente: *Elaboración propia*

De entre todos los padecimientos de los mineros durante su encierro se escoge el Síndrome General de Adaptación, cuyas etapas se muestran en la figura anterior. Y a partir de ahí se plantea un problema relativo a funciones.

Escenario 3: Incendio forestal de Portugal, en 2017 (ver *Anexo III*).

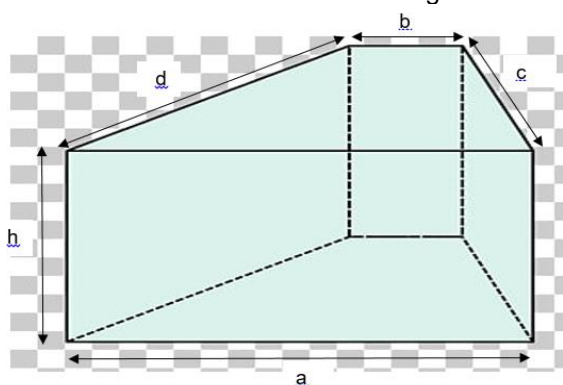
➤ Problema 3: El pozo de la vida.

Ilustración 4.3.- María do Céu Silva sacando agua del pozo que les salvó la vida



Fuente: <https://www.elmundo.es>

Ilustración 4.4.- Pozo de agua



Fuente: <https://www.pngocean.com>

Tomando como punto de partida una historia real en el contexto del incendio se construye un problema sobre poliedros, áreas y volúmenes.

Investigaciones y proyectos matemáticos: en este punto se hace especial hincapié en los proyectos de naturaleza matemática que nacen para dar respuesta o solución a los problemas planteados en los escenarios originales, y en la importancia de las matemáticas para resolver cuestiones que en principio se pueden pensar muy alejadas de las mismas. Se trata de poner en valor el trabajo de grupos de personas desconocidas que dedican su vida evitar que sucedan situaciones tan dramáticas como las descritas o a minimizar sus efectos. El objetivo es que los alumnos asocien matemáticas con ayuda, rescate y solidaridad y abrir la puerta a que sigan conociendo estos u otros proyectos de la misma índole.

Otros fenómenos para investigar: en este punto se enumeran algunos escenarios similares a los descritos con anterioridad, ofreciendo al alumno la posibilidad de que su estudio se centre en estos u otros casos. Este será el punto de partida para el trabajo de investigación grupal que los alumnos habrán de realizar y exponer a compañeros de otros cursos, para lo que será necesario que los alumnos reflexionen de forma individual y debatan por grupos el tema sobre el que quieren concienciar a sus compañeros o con el que pretenden despertar su interés.

Conclusiones: en este punto se plantearán preguntas que el propio alumno deberá responder relacionadas fundamentalmente con la percepción que el



alumno tenía de las matemáticas, el conocimiento sobre los escenarios que se han ido dibujando y la relación entre ambos, así como sobre la cantidad de fenómenos similares y sus causas y consecuencias. Esto permitirá al alumno reflexionar y tomar mayor conciencia de la realidad dando la importancia que se merece al esfuerzo y la satisfacción que implica el estudio de las matemáticas, al respeto por la naturaleza, a la ayuda y la solidaridad. La respuesta a alguna de estas preguntas también ayudará a los alumnos a decidir el tema y el enfoque de trabajo grupal.

#### **4.4. Competencias**

Con la puesta en marcha de la propuesta de innovación que se presenta en este TFM se busca adquirir y desarrollar las siete competencias clave que se dieron con la implementación de la LOMCE y que se establecen en la Ley Orgánica 8/2013 del 9 de Diciembre.

C1. Competencia en Comunicación lingüística (CCL). Esta competencia se desarrolla, por un lado, en la parte correspondiente a la definición y contexto del escenario que se va a trabajar mediante la lectura, y por otro, en la parte de resolución de problemas a través de la lectura e interpretación de los enunciados. Además, realizar tareas en pareja y/o en grupo, abrir debates para exponer dudas, inquietudes y reflexiones y la necesidad de investigar y exponer un trabajo fomenta la comunicación lingüística oral y escrita.

C2. Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología (CMCT). Esta competencia se consigue mediante el desarrollo del razonamiento y la lógica matemática a través de la resolución de problemas y cuestiones. Lo cual, facilitará también aplicar este razonamiento a cuestiones de la vida cotidiana.

C3. Competencia digital (CD). Esta competencia se trabaja mediante el uso de software matemático como *Geogebra* para la resolución de problemas, el manejo de fuentes digitales para la búsqueda de información y el uso de programas como *Power Point* para la presentación de sus trabajos.

C4. Competencia para Aprender a Aprender (CAA). Esta competencia se desarrolla durante la realización de los problemas, en los que el alumno irá adquiriendo la capacidad de iniciar su aprendizaje, mediante actividades de autocorrección y comprobación de resultados los alumnos para que su

aprendizaje sea significativo y a través de la investigación y elaboración del trabajo y exposición que ellos mismos han de elegir, coordinar y planificar con la supervisión del docente.

C5. Competencias Sociales y Cívicas (CSC). Estas competencias se trabajan sensibilizando al alumno en cuestiones como el cuidado del planeta y el cambio climático, fomentando valores como la solidaridad y emociones como la empatía; todo ello a través de la presentación de situaciones reales vividas por otras personas, con sus propios testimonios, y las consecuencias de dichas situaciones. Por otro lado, con las actividades grupales se fomenta la socialización entre alumnos así como el comportamiento cívico: el respeto a los demás, a su turno de palabra y a sus gustos y opiniones.

C6. Competencia para el Sentido de la Iniciativa y Espíritu Emprendedor (CSIEP). Esta competencia se trabaja a través de la resolución de problemas contextualizados; lo cual promueve la toma de decisiones, la planificación y la capacidad para asumir riesgos. Por otro lado, mediante la elaboración del trabajo de investigación y de la consiguiente exposición de formato libre, se fomenta la capacidad de innovación y la creatividad.

C7. Conciencia y Expresiones culturales (CEC). Esta competencia se desarrolla fundamentalmente mediante la contextualización temporal y geográfica que implica la adquisición de fundamentos culturales. Así como mediante enunciados de problemas que aborden temas de interés cultural, y por el hecho de que ciertos contenidos matemáticos forman parte imprescindible del conocimiento para la vida diaria.

#### **4.5. Atención a la diversidad**

Una educación de calidad para todos y todas exige inexorablemente una educación inclusiva; entendiendo ésta, no como la maniobra para conseguir que todas las personas encajen en estructuras educativas fijas, sino en la capacidad de flexibilizar estas estructuras para que permitan la participación de todos los estudiantes de forma satisfactoria.

Puesto que la presente propuesta va dirigida a centros educativos reales, no se puede dejar de lado la atención a la diversidad y por ello, se proponen a continuación una serie de medidas para poder llegar a todos y cada uno de los alumnos.

- Medidas grupo-clase: la propuesta va dirigida a 3º E.S.O. de Matemáticas Académicas, sin embargo puesto que puede haber varios grupos y no todos serán iguales, se analizará las características de cada grupo-clase y se intentará que las parejas y grupos de trabajo sean heterogéneos adaptando el ritmo al nivel general de la clase.
- Medidas individuales: dentro de cada clase habrá todo tipo de alumnos, y cada uno tendrá unas necesidades. Para el alumno con mayor capacidad y/o más motivado se adaptará la propuesta usando un lenguaje formal más técnico y preciso, planteando cuestiones más complejas y reflexivas, y ofreciendo la posibilidad de realizar actividades complementarias. Para el alumno con menor capacidad se utilizará un lenguaje más sencillo, se dedicará más tiempo por parte del docente para asesorarle, con instrucciones claras, se proporcionará actividades de refuerzo, y en última instancia se modificarán los problemas y actividades planteadas. Al alumno poco motivado se le proporcionarán más recursos que despierten su interés, como contenido audiovisual o actividades de investigación extra.

#### **4.6. Evaluación**

La evaluación ha de formar parte del proceso enseñanza-aprendizaje no como un acto puntual que “mida” el nivel de los alumnos, sino que ha de ser un proceso continuo de reflexión que sirva como fuente de aprendizaje para el docente y para el alumno. Al docente le permitirá adoptar las medidas necesarias y tomar decisiones para mejorar la evolución del alumno. Y al alumno le servirá de guía en su proceso de aprendizaje.

##### **4.6.1. Evaluación del alumno**

Para evaluar al alumno tras la ejecución de la presente propuesta, se van a tener en cuenta varios aspectos:

1. Realización de problemas contextualizados, que se entregarán al final del bloque correspondiente en un portafolio formado por las fotocopias o fichas que el profesor ha repartido con los enunciados a lo largo del curso. Se valorarán fundamentalmente los resultados, la correcta ejecución de los problemas, el uso correcto del lenguaje, la presentación, el orden y la claridad.

2. Actitud y hábitos personales en clase y en casa: la atención, la participación, el trabajo individual y con los compañeros, el trabajo en casa de actividades complementarias u optativas como ampliación del trabajo en clase.
3. Trabajo de investigación grupal que los alumnos realizarán a lo largo del curso y exposición de formato de formato libre al final de curso (formará parte de la última evaluación). Se tendrá en cuenta la originalidad, la profundidad, la expresión oral y escrita, la estructura y la claridad.
4. En la prueba escrita se puede incluir algún problema contextualizado, sin embargo en esta propuesta no se entra a valorar cómo se obtendrá la nota del examen.

A continuación se detallan las rúbricas correspondientes a la evaluación de los tres primeros aspectos para la tercera evaluación (para las anteriores no se tendrá en cuenta la rúbrica del trabajo de investigación)

Tabla 4.1.- Rúbrica del portafolio que contiene los problemas

Concepto	Valoración				
	4 Sobresaliente	3 Notable	2 Bien	1 Suficiente	0 Insuficiente
<b>Presentación (15%)</b>	El portafolio está muy cuidado, se lee con claridad y tiene anotaciones propias	El portafolio está bastante cuidado, con orden y claridad	El portafolio está algo descuidado, aunque está legible	Entrega, pero la presentación es pésima, sin orden, ni claridad	No entrega
<b>Comprensión y lenguaje matemático (25%)</b>	Traduce adecuadamente el lenguaje ordinario a lenguaje algebraico y muestra total comprensión de lo que se pide en cada problema	Casi todas las expresiones son adecuadas y comprende los problemas	Utiliza bastantes expresiones matemáticas adecuadamente, aunque presenta dudas en algunos problemas	Utiliza alguna expresión matemática adecuada pero no parece entender bien los problemas	No utiliza lenguaje matemático ni comprende los problema
<b>Planteamiento (25%)</b>	Todos los problemas están bien planteados, con cada paso especificado	Los problemas están bien planteados, aunque no detalla algún paso	Casi todos los problemas están bien planteados pero se salta muchos pasos	La mayoría de los problemas están mal planteados, y/o se salta muchos pasos	No plantea ningún problema correctamente
<b>Resultado (25%)</b>	El resultado de los problemas es correcto	La mayoría de los resultados son correctos	Resultados correctos al 50%	La mayoría de resultados son incorrectos	Ningún resultado es correcto
<b>Extras (10%)</b>	Reflexiona adecuadamente sobre los resultados y entrega actividades complementarias	Reflexiona correctamente sobre los resultados y entrega bastantes actividades	Sus reflexiones son escasas y superfluas y entrega alguna actividad	No reflexiona sobre ningún resultado pero entrega alguna actividad extra	No reflexiona ni entrega ningún extra

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 4.2.- Rúbrica de la actitud y los hábitos personales

Concepto	Valoración				
	4 Sobresaliente	3 Notable	2 Bien	1 Suficiente	0 Insuficiente
<b>Atención e interés (20%)</b>	Presta mucha atención y muestra interés siempre	Casi siempre presta atención, a veces se distrae, pero todo le despierta interés	Casi siempre presta atención y muestra especial interés por algunos temas	Suele estar distraído aunque algunas cuestiones le interesan	No presta ningún tipo de atención. Ignora al profesor y las actividades
<b>Participación (15%)</b>	Participa habitualmente, propone cuestiones y comparte sus reflexiones	Participa sin necesidad de insistir, aunque no suele proponer ideas	A veces participa en clase, pero hay que insistir	Sus participaciones son muy escasas, no comparte ni propone nada	No participa nunca
<b>Trabajo individual en clase (25%)</b>	Trabaja muy centrado en lo que hace, con entusiasmo, sin molestar	Trabaja bien, no suele molestar a sus compañeros	Trabaja bien, lo que le mandan, pero a veces distrae a sus compañeros	Trabaja muy poco, molesta a veces a sus compañeros	No trabaja nada
<b>Trabajo grupal en clase (25%)</b>	Colabora de forma muy activa con sus compañeros, respeta sus opiniones y trata de consensuar	Suele proponer ideas a sus compañeros, es respetuoso y colabora	Colabora con sus compañeros aunque suele dejarse guiar	Es pasivo en los trabajos grupales. Nunca toma la iniciativa.	No trabaja con sus compañeros y/o no los respeta.
<b>Trabajo en casa (15%)</b>	Trabaja en casa todas las actividades propuestas y busca otras	Trabaja bastantes actividades	Sólo trabaja las actividades que le gustan y/o busca la información que le interesa	Apenas realiza trabajo personal en casa	No realiza ningún trabajo personal

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.3.- Rúbrica del trabajo de investigación y exposición

Concepto	Valoración				
	4 Sobresaliente	3 Notable	2 Bien	1 Suficiente	0 Insuficiente
<b>Interés por el proyecto (15%)</b>	Muestra mucho interés y dedica tiempo a asesorarse y consultar al profesor	Muestra bastante interés y a veces busca asesoramiento y ayuda	Muestra interés pero apenas pregunta al profesor. Es necesario insistir	No muestra apenas interés, hace sólo lo que le mandan	No muestra ningún interés
<b>Originalidad en el tema (15%)</b>	El tema es realmente original, diferente a los propuestos	El tema es similar a alguno de los propuestos	El tema no se ha tratado pero está entre los propuestos	El tema se ha tratado aunque aportan algún dato nuevo	El tema se ha tratado y no introducen nada nuevo o se ha copiado
<b>Originalidad en el formato (15%)</b>	El formato es muy creativo y realmente personalizado	El formato es original	El formato ya está visto pero lo han personalizado	El formato es poco original pero no han copiado	El formato no es nada original, una copia
<b>Estructura de la presentación (20%)</b>	La presentación está muy bien estructurada, es fácil seguirla, muy ordenada y clara	La presentación tiene una estructura lógica, con bastante claridad	A la presentación le falta cierto orden y claridad en su estructura	Es difícil entender la estructura de la presentación	No se sigue ningún tipo de orden
<b>Expresión escrita (20%)</b>	Ninguna falta de ortografía y riqueza de vocabulario. Uso de términos técnicos	Ninguna falta de ortografía y amplio vocabulario	Expresión escrita correcta	Alguna falta de ortografía y vocabulario limitado	Muchas faltas de ortografía y pobreza de vocabulario
<b>Expresión oral (15%)</b>	Resulta muy ameno seguir la exposición por la buena forma de expresarse, utiliza términos técnicos y se nota la preparación	Buena expresión oral, buen manejo del vocabulario y bastante soltura	Expresión oral correcta	Le cuesta explicarse, necesita apoyarse demasiado en su documentación o en los demás	Muchas muletillas y resulta complicado entender la explicación

Fuente: Elaboración propia

El reparto numérico para cada uno de las cuestiones anteriores será el siguiente:

- Problemas: 40%
- Actitud: 20%
- Exposición: 40%

El resultado será solamente un tanto por ciento de la nota final (por ejemplo el 40% ó el 50%) dependiendo del peso que se quiera dar al examen o prueba escrita. Los alumnos conocerán qué se va a evaluar y en qué medida antes de llevar a cabo la propuesta.

#### **4.6.2. Evaluación del proyecto**

El éxito de un proyecto de innovación no reside únicamente en llevarlo a la práctica sin más, sino en tener la capacidad de mejorar los aspectos que han fallado con el fin de obtener los resultados deseados. Para corregir dichos aspectos es conveniente realizar una evaluación del proyecto y con ese objetivo planteamos una autoevaluación para el docente y un cuestionario para los alumnos.

➤ Preguntas que el docente ha de responder una vez finalizado el proyecto:

1. ¿Se ha podido llevar a cabo el proyecto íntegro?  
En caso negativo, ¿qué parte ha quedado fuera?, ¿por qué? (falta de tiempo, de medios...)
2. ¿La propuesta ha resultado eficaz en general? ¿En qué aspectos sí y cuáles no?
  - I. ¿Se ha conseguido despertar el interés en los alumnos?
  - II. ¿Los alumnos se han emocionado en algún momento?, ¿cuándo?
  - III. ¿Han mantenido la motivación a lo largo del tiempo?
  - IV. ¿Han entendido la propuesta?
  - V. ¿Han mejorado su capacidad para resolver problemas?
  - VI. ¿Ha aumentado su participación en clase?
  - VII. ¿Han llevado a cabo el trabajo de investigación con éxito?
3. ¿Ha habido alguna respuesta inesperada por parte de los alumnos?
4. ¿Ha sido difícil llevar a cabo la propuesta?
5. ¿Ha merecido la pena personalmente ponerla en práctica?

6. ¿Qué se podría eliminar?
7. ¿De qué no se debe prescindir?
8. ¿Qué se podría añadir?
9. ¿Ha disfrutado con la puesta en práctica del proyecto?
10. Califica la propuesta de 0 a 10

➤ Cuestionario anónimo para los alumnos:

1. ¿Te han parecido interesantes los escenarios que se han planteado?, ¿cambiarías alguno?
2. ¿Qué has sentido al ver imágenes, vídeos, testimonios y datos reales?
3. ¿Te ha gustado más resolver los problemas contextualizados o prefieres los habituales?
4. ¿Conocías los proyectos matemáticos que hemos visto en cada escenario? ¿Imaginabas que las matemáticas pudieran estar presentes en ellos?
5. ¿Te ha gustado trabajar en grupo otros temas similares?
6. ¿Crees que tu trabajo ha sido útil para tus compañeros?
7. ¿Ha cambiado la imagen que tenías de las matemáticas?
8. ¿Has aprendido algo más que matemáticas?
9. ¿Te gustaría seguir trabajando con este método?, ¿por qué?
10. Califica de 0 a 10 el proyecto





## 5. DISCUSIÓN

A pesar de que la propuesta de innovación que se presenta en este TFM no se ha puesto en marcha durante mi etapa de prácticas, como consecuencia de las circunstancias derivadas del Covid-19, considero que la propuesta, a priori, es completamente viable tanto temporalmente como por los recursos que requiere. Se podría encajar en la programación de las aulas de 3º E.S.O. de Enseñanzas Académicas de cualquier centro educativo.

En la siguiente tabla se recogen las principales ventajas e inconvenientes que la propuesta podría plantear durante su ejecución.

Tabla 5.1.- Ventajas e inconvenientes de la propuesta de innovación

Ventajas
<ul style="list-style-type: none"><li>✓ La flexibilidad del proyecto permite llevarlo a cabo en otros cursos y adaptarlo en cuanto a tiempo, contenidos y formato, prácticamente a cualquier circunstancia o imprevisto.</li><li>✓ Se trata de una propuesta ampliable que permite añadir más problemas y escenarios diferentes, atendiendo a los intereses del docente y los alumnos.</li><li>✓ No se requieren demasiados recursos para llevar a cabo el proyecto.</li><li>✓ Permite la inclusión de todos los alumnos atendiendo a su diversidad.</li><li>✓ Presenta unas matemáticas más atractivas y motivadoras trabajando los contenidos a partir de situaciones reales.</li><li>✓ Contiene información perteneciente a otras disciplinas para enriquecimiento cultural del alumno.</li><li>✓ A partir de la resolución de problemas, ofrece al alumno herramientas para potenciar la iniciativa y la capacidad de decisión en el aula y en su vida diaria.</li><li>✓ Trata temas que permiten al alumno tomar conciencia sobre la necesidad del cuidado del planeta y del respeto a la vida.</li></ul>
Inconvenientes
<ul style="list-style-type: none"><li>× La definición de los diferentes escenarios y una adecuada contextualización de los problemas pueden conllevar la dedicación de un tiempo no previsto en la programación habitual.</li></ul>

- × Los temas tratados pueden no resultar tan motivadores como se esperaba.
- × La propuesta requiere el uso de ciertos recursos tecnológicos como proyector, medios audiovisuales, internet,... que podrían fallar en algún momento.
- × La propuesta está planteada para llevarla a cabo de forma presencial, sin embargo se pueden dar circunstancias que impidan dicha presencialidad.

Evidentemente y como se muestra en la tabla anterior, la propuesta presenta inconvenientes. Sin embargo se podrían solventar tomando alguna de estas medidas:

- Una correcta planificación previa a la aplicación de la propuesta es la mejor forma de distribuir adecuadamente los diferentes aspectos que se van a trabajar. Y en caso de imprevistos temporales, siempre se podría sintetizar o resumir la parte dedicada a la introducción de los problemas para aprovechar al máximo el tiempo disponible.
- En caso de que se detecte que los temas no despiertan suficiente interés en los alumnos, se podrían plantear otros temas diferentes o cambiar el tipo de problemas, dependiendo del perfil de los alumnos y de sus gustos. Una buena forma de conocer previamente cuáles son los escenarios que les gustaría tratar a los alumnos sería plantear una encuesta con diversos temas al principio del curso.
- Si los recursos TIC fallasen, los alumnos disponen de fotocopias y fichas (ver Anexos) en las que se concentra toda la información necesaria para llevar a cabo las sesiones con normalidad.
- La propuesta es suficientemente flexible como para adaptarla a la enseñanza online en caso de circunstancias de no presencialidad de los alumnos. Todos los recursos podrían ser accesibles vía internet, enviándolos por correo electrónico o dejándolos disponibles en alguna plataforma de gestión de aprendizaje o aula virtual, el docente podría elaborar videos para dar ciertas pautas a los alumnos y los trabajos grupales se podrían hacer llegar a los compañeros de la misma manera.

Además de la adquisición, por parte del alumno, de los correspondientes conocimientos matemáticos y de una mayor destreza en la resolución de

problemas, cabe subrayar, entre los beneficios que se pueden lograr con la puesta en práctica de la propuesta: mejora en el pensamiento crítico en matemáticas y en su vida diaria; desarrollo de valores como la empatía y la solidaridad y de actitudes de colaboración en la comunidad; adquisición de una rutina de trabajo autónomo y cooperativo.

Por último, es importante destacar que la propuesta podría desarrollarse en el futuro de diversas formas:

- 1) Añadiendo escenarios, como por ejemplo: hundimiento del Titanic (1912), “Tragedia de los Andes” (1972), inundaciones en Luisiana tras el huracán Katrina (2005), pandemia por coronavirus (2020),...
- 2) Incorporando nuevos recursos tecnológicos, los cuales existen, pero aún es muy complicado llevar al aula, aunque con el tiempo llegarán, como imágenes 3D o realidad aumentada, con el fin de acercar, aún más, las situaciones reales a los alumnos.
- 3) Transformándolo en un proyecto interdisciplinar, de forma que, tanto los contenidos curriculares de la asignatura de Matemáticas como los de otras (Biología y Geología, Física y Química,...) estuvieran contextualizados en un mismo escenario.



## 6. CONCLUSIÓN

Es indudable la importancia que tiene la formación de los adolescentes para enfrentarse al mundo en el que viven y para encarar su futuro. Esa formación, evidentemente, no se puede limitar únicamente al aspecto académico, sino que ha de ser completa, como persona en todas sus dimensiones.

Actualmente, el ritmo de vida, la forma de relacionarse y los recursos disponibles, de la sociedad en general, y de los adolescentes en particular, no es la misma que la de un tiempo atrás; por tanto, es necesario ofrecer a los alumnos herramientas educativas adaptadas a su realidad. Algunas de esas herramientas son las que se han presentado a lo largo de esta propuesta, por ejemplo, en cuanto a metodologías: el “Aprendizaje Basado en Problemas” facilita al alumno la adquisición de nuevos conocimientos y fomenta su pensamiento crítico; el “Aprendizaje Cooperativo” promueve la comunicación, la capacidad de compromiso y la toma de decisiones; el “Aprendizaje-Servicio” mejora la participación activa y el voluntariado.

Otro aspecto, fundamental en todas las disciplinas, y especialmente en matemáticas, es trabajar la motivación en el aula. En mi opinión, los jóvenes disponen de muchos medios para obtener cantidad de información y entretenimiento, por lo que, a veces, lo que encuentran en colegios e institutos pasa a un segundo plano. No es suficiente para ellos la combinación: libro, clase magistral y algunos ejercicios. En la propuesta que he planteado en este TFM: presento unas matemáticas más atractivas describiendo una serie de escenarios iniciales que les cause impacto emocional y les despierte el interés, y conecto dichos escenarios con los contenidos matemáticos correspondientes a través de problemas contextualizados aplicando las metodologías vistas en el apartado 3 (ver Marco teórico y estado de la cuestión) de forma eficaz y motivadora, manteniendo a los alumnos en conexión con el mundo real y abriéndoles el camino de formación en competencia matemática.

Soy consciente de que los alumnos a los que va dirigida mi propuesta son especialmente aficionados a tener modelos a los que seguir. Por ese motivo y con el fin de valorizar las matemáticas, he decidido presentar los proyectos matemáticos que abordan los escenarios inicialmente planteados y los grupos de personas que hay detrás de dichos proyectos. Es importante que los

alumnos sean conscientes del esfuerzo y dedicación que requiere la labor del investigador matemático y de que los resultados de su trabajo pueden salvarnos la vida.

Siguiendo en la línea de que la formación que se ofrece en los centros educativos no debe limitarse al aspecto académico, la propuesta no se compone únicamente de contenidos de carácter matemático, sino que incluye cuestiones que promueven el cuidado del planeta, la solidaridad, el trabajo en equipo y el respeto por la vida.

El proceso de aprendizaje no es un camino que los alumnos han de recorrer ellos solos. El docente ha de acompañarle y guiarle en ese camino, a veces complejo. Mi experiencia en la vida, fundamentalmente como alumna, me ha demostrado que para lograr un aprendizaje real no sólo importa lo que te enseñan, sino cómo te lo enseñan. Por ese motivo desearía poner en práctica, en mi posible futuro como docente, propuestas como la que presento aquí, y transmitir a mis alumnos los contenidos matemáticos correspondientes, mi pasión por las matemáticas y la admiración por las personas que se dedican a ellas.

## 7. REFERENCIAS

- Aula Magna (2019). Matemáticas contra los incendios forestales. *Periódico Universitario de Andalucía Aula Magna*. Disponible en:  
<https://www.aulamagna.com.es/matematicas-contra-los-incendios-forestales/>
- Ausubel, D.P. (1968). *Educational Psychology: A Cognitive View*. N.Y: Holt, Rinehart & KWinston.
- Batlle, R. (2011). ¿De qué hablamos cuando hablamos de aprendizaje-servicio. *Crítica*, 972(61), 49-54.
- Barrows, H.S. (1986). A Taxonomy of problem-based learning methods. *Medical Education*, 20(6), 481–486. Disponible en:  
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2923.1986.tb01386.x>
- Coll, C. (1988) Significado y sentido en el aprendizaje escolar. Reflexiones en torno al concepto de aprendizaje significativo. *Infancia y Aprendizaje*, 41, 131-142.
- Cobb, P. (1985). Two children's anticipations, beliefs, and motivations. *Educational studies in mathematics*, 16(2), 111-126.
- Dewey, J. (1923). *Democracy and education: An introduction to the philosophy of education*. NY: MacMillan.
- García, R., Traver, J. A., y Candela, I. (2001). *Aprendizaje cooperativo. Fundamentos, características y técnicas*. Madrid: CCS.
- Gil, C., Baños, R., Alías, A., y Gil, M. D. (2007). Aprendizaje cooperativo y desarrollo de competencias. *VII Jornadas sobre Aprendizaje Cooperativo*, 63-72.
- Gil, N., Blanco, L., y Guerrero, E. (2005). El dominio afectivo en el aprendizaje de las matemáticas. Una revisión de sus descriptores básicos. *Revista iberoamericana de educación matemática*, 2(1), 15-32.
- Ginzo Villamayor, M. J. (2018). *La matemática, la ciencia que ayuda a combatir incendios*.
- Gómez-Chacón, I.M. (2000). *Matemática emocional. Los afectos en el aprendizaje matemático*. Madrid: Narcea Ediciones.
- Gomez-Chacon I.M. (2010). Tendencias actuales en investigación en matemáticas y afecto. En M.M. Moreno, A. Estrada, J. Carillo y T.A. Sierra

- (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XIV* (pp.121-140). Lleida: SEIEM. Disponible en:  
<https://www.seiem.es/docs/actas/14/Actas14SEIEM.pdf>
- Gómez-González, S. (2013). Incendios Forestales (2012). *Gayana Botánica*, 70(2), 405-407.
- Havelock, R.G. (1969). Planning for Innovation Through Dissemination and Utilization of Knowledge. Ann Arbor, Mich. *Center for Research on Utilization of Scientific Knowledge, Inst. for Social Research*, Univ. of Michigan.
- Hidalgo, S., Maroto, A., y Palacios, A. (2004). ¿Por qué se rechazan las matemáticas? Análisis evolutivo y multivariante de actitudes relevantes hacia las matemáticas. *Revista de educación*, 334, 75-95.
- James, W. (1910). *The Moral Equivalent of War: International Conciliation*, 27.
- Johnson, D.W., Johnson, R.T., y Holubec, E.J. (1999). *El aprendizaje cooperativo en el aula*.
- Lester, F.K. (1983). Trends and Issues in Mathematical Problem Solving Research, in Lesh & Landau, Eds. (1983), 229-261.
- McLeod, D.B. (1992). Research on affect in mathematics education: A reconceptualization. En D.A. Grouws (Ed.), *Handbook of Research on mathematics Teaching and Learning*, (575-598). N.Y: Macmillan.
- Morduchowicz, R. (2013). Los adolescentes del siglo XXI. *Los consumos culturales en un mundo de pantallas*. Disponible en:  
<https://www.sap.org.ar/docs/congresos/2013/adoles/presentaciones/morduchowicz.pdf>
- Morales, P., y Landa, V. (2004). Aprendizaje basado en problemas. Problem-Based Learning. *Theoría: Ciencia, Arte y Humanidades*, 13, 145-157.
- Muñoz-Cantero, J.M, y Mato, M.D. (2008). Análisis de las actitudes respecto a las matemáticas en alumnos de ESO. *Revista de Investigación Educativa*, 26(1), 209-226. Disponible en:  
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=283321884011>
- Oliva, A. (2003). Adolescencia en España a principios del siglo XXI. *Cultura y educación*, 15(4), 373-383.
- Ortega, T. (2007). Camino para formar competencias: Tsunami y matemáticas. *Padres y Maestros/Journal of Parents and Teachers*, (306), 31-36.



- Orts, M., Rigall, R., Rostán, C. Benito, H, Gutiérrez M. J., Ávila, C., Baraldés, M. Arpí, C. (2012). El ABP: origen, modelos y técnicas afines. *Aula de Innovación Educativa*, 216, 14-18. Barcelona: Grao.
- Pineda, S., y Aliño, M. (2002). El concepto de adolescencia. *Manual de prácticas clínicas para la atención integral a la salud en la adolescencia*, 2.
- Puig, J. M., Batlle, R., Bosch, C., y Palos, J. (2007). *Aprendizaje servicio. Educar para la ciudadanía*. Barcelona: Octaedro. Ministerio de Educación y Ciencia.
- Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte del Gobierno de España. BOE de 3 de Enero de 2015. Disponible en:  
<https://www.boe.es/eli/es/rd/2014/12/26/1105/con>
- Real Decreto 19/2015, de 12 de Junio, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria. Consejería de Educación, Cultura y Turismo de la Comunidad Autónoma de La Rioja. La Rioja, España. BOR de 19 de Junio de 2015. Disponible en:  
[http://ias1.larioja.org/boletin/Bor\\_Boletin\\_visor\\_Servlet?referencia=2386883-1-PDF-493946](http://ias1.larioja.org/boletin/Bor_Boletin_visor_Servlet?referencia=2386883-1-PDF-493946)
- Romero, J.V., Jabalera, M. y Koester, R.J. (2018). *Manual de Búsqueda y Salvamento Terrestre*. Gobierno de Navarra.
- Stepien, W.J. (1993) Problem-based Learning: As Authentic as It Gets. *Educational Leadership*, 50(7), 25-28.
- Tapia, M. N. (2001). *La solidaridad como pedagogía. El aprendizaje servicio en la escuela*. Buenos Aires, Ciudad Nueva. 183-210.
- Torp, L. Sage, S. (1999). El aprendizaje basado en problemas: desde el jardín de infantes hasta el final de la escuela secundaria. Buenos Aires: Amorrurtu
- Villers, M. L. (2006). Incendios forestales. *Ciencias*, 81, 60-66.
- Zárate López, L.G. (2004). *Estudio de las características físicas y geométricas de la llama en los incendios forestales*. Tesis Doctoral, UPC, Departamento de Ingeniería Química. Disponible en: <http://hdl.handle.net/2117/93747>

